

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10.08.2004

REC'D 30 SEP 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は、~~下記の出願書類に記載されて~~  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    8 月    7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 8 9 0 7 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 2 8 9 0 7 6 ]

出    願    人                      バブコック日立株式会社  
Applicant(s):

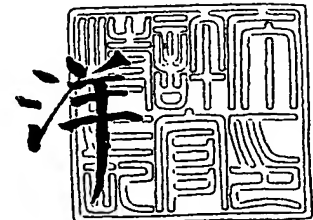
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 4 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 BA12742  
【提出日】 平成15年 8月 7日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F28G 1/12  
【発明者】  
    【住所又は居所】 広島県呉市宝町 3 番 3 6 号  
                        バブコック日立株式会社 呉研究所内  
    【氏名】 相田 清  
【発明者】  
    【住所又は居所】 広島県呉市宝町 6 番 9 号  
                        バブコック日立株式会社 呉事業所内  
    【氏名】 下野 展雄  
【発明者】  
    【住所又は居所】 広島県呉市宝町 6 番 9 号  
                        バブコック日立株式会社 呉事業所内  
    【氏名】 住森 賢二  
【発明者】  
    【住所又は居所】 広島県呉市宝町 6 番 9 号  
                        バブコック日立株式会社 呉事業所内  
    【氏名】 応和 泰行  
【発明者】  
    【住所又は居所】 広島県呉市宝町 6 番 9 号  
                        バブコック日立株式会社 呉事業所内  
    【氏名】 本山 潔  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005441  
    【氏名又は名称】 バブコック日立株式会社  
    【代表者】 小川 隼人  
【代理人】  
    【識別番号】 100096541  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松永 孝義  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 004927  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9003127

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

ガス流路を構成するダクト壁であって、  
ガス流側の内板と、外気側の外板と、前記内板と外板の中間部に内板と外板と平行に、  
その長手方向が配置される中間部材と、  
前記内板と中間部材との間隔保持用に内板と中間部材に両端部が固定された複数の第 1 サポート部材と、  
前記外板と中間部材との間隔保持用に外板と中間部材に両端部が固定された複数の第 2 サポート部材と、  
前記第 2 サポート部材の中間部材側の接続部に取り付けられた防振性ワッシャと、  
前記内板と外板の間にあって、前記中間部材と前記第 1、第 2 サポート部材と防振性ワッシャの隙間に充填される保温部材と、  
を備えたことを特徴とする保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 2】**

前記防振性ワッシャの取り付け位置は 400℃以下のダクト内領域に設けられることを特徴とする請求項 1 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 3】**

前記内板と外板の間に充填される保温部材の全厚さの半分又は該半分より外板側の位置に防振性ワッシャを設置したことを特徴とする請求項 1 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 4】**

前記中間部材と前記外板の間に充填される保温部材は、少なくとも外板の厚さの 3 倍以上の厚さを有する防振材料又は減衰材料を少なくとも 10%以上の圧縮率で圧縮して外板に密着させたことを特徴とする請求項 3 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 5】**

前記中間部材の取り付け位置には内板と外板の長手方向に沿って保温部材を二分する中板を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 6】**

前記防振性ワッシャは、2枚の板状部材で防振材を挟んだ構成からなることを特徴とする請求項 1 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 7】**

ガスの流路を構成するダクト壁であって、  
ガス流側の内板と、外気側の外板と、前記内板と外板との間隔保持用に内板と外板に両端部が固定された複数のサポート部材と、  
前記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材と、  
ガス流に接する前記サポート部材の内板との接続部に取り付けられた盆状に加工された受け皿、受け皿に挿入される制振材及び受け皿内径に合わせた上蓋により構成される防振性ワッシャと、  
を備えたことを特徴とする保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 8】**

前記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材は、防振性ワッシャを取り付けた複数のサポート部材の他に、インサレーションピンと保温材を固定するスピードワッシャの組み合わせ体により保持されることを特徴とする請求項 7 記載の保温・防音用ダクト壁。

**【請求項 9】**

ガス流側の内板と外気側の外板と前記内板と外板との間隔保持用に内板と外板に両端部が固定された複数のサポート部材と前記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材と前記内板と前記サポート部材を備えたガス流路を構成するダクト壁の構成部材であって、

ガス流に接するサポート部材の内板側の接続部に取り付けられることを特徴とする盆状に加工された受け皿、受け皿に挿入される制振材及び受け皿内径に合わせた上蓋により構

成される防振性ワッシャ。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】保温・防音用ダクト壁

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、各種工業用プラント、焼却プラント、発電プラントなどで使用されるエアや燃焼ガスなどの気体搬送用ダクトの保温・防音用ダクト壁に係り、特にガスタービンなどの熱機関から排出される高温高流速ガスが流れるダクト等の保温・防音用ダクト壁に関する。

## 【背景技術】

【0002】

近年、ガスタービンなどの排ガスの持つエネルギーを回収し、蒸気を発生させ、蒸気タービンにより発電する方式の排熱回収ボイラに対する需要が高まっている。

【0003】

図11に排熱回収ボイラ（以下、HRSGと称す）の概要を示す。ダクト壁12の入口部には、ガスタービン（図示せず）から、約650℃かつ約30m/sにもなる高温高流速のガス15が流入し、ダクト壁12内部に設置された伝熱管群13で熱吸収され、比較的低温になったガス15が煙突14から排出される。

【0004】

HRSGの矢印A方向から見たダクト壁12の側面図を図12に示す。図12に示すようにダクト壁12は、面積的にHRSG全体の大部分を占めており、ダクト壁12に要求される保温性能及び防音性能を上げるようにダクト壁12の構造を最適化することが、プラント全体の信頼性を向上するために重要である。

【0005】

ところで、HRSGのダクト壁12の保温仕様は保温設計と防音設計によって最終仕様が決まる。特に、ダクト壁12のガス入口側の領域では、ガスタービンの騒音を遮断するための防音性と保温性を両立させることが重要である。

【0006】

従来の日本国内のHRSGでは、ガスタービン出口（HRSG入口）にサイレンサが設置されるシステムが一般的であり、保温設計で得られる保温構造で騒音規制値を満足することができた。しかし、近年の海外向けHRSG案件はガスタービン出口にサイレンサが設置されないケースが多く、厳しい騒音規制に対してHRSG壁面で騒音対策を行なう必要性が生じ、HRSGの壁面構造を決定する際には保温設計よりも防音設計を中心に行われている。

【0007】

一般的なダクトにおける防音構造の公知例に着目すると、図13～図15に示すような構造が用いられている。

図13は、ダクト壁101の内部に弾性体などの吸音材102を張りつけた構造であり、紙面垂直方向に流れるガス15の音を直接的に吸収する構造である。この構造を仮にHRSGダクト内部保温構造に適用すると、約650℃かつ約30m/sにもなる高温高流速ガス15が直接吸音材102に作用することになり、防音材102が劣化し、最後には全て飛散し、防音・保温性が無くなるだけでなく、飛散した防音材102がHRSGの伝熱管群に付着し、HRSGプラント自体の運用ができなくなってしまうことが問題である。

【0008】

図14はダクト壁101の内部に吸音用の植毛繊維材104を植え付けた構造であり、この繊維材104により音を抑える構造である。ところがこの構造も、図13に示す構造と同様に、高温高流速ガス15が直接植毛繊維材104に作用することになり、材料104が劣化し、飛散してしまう。

【0009】

図15はダクト壁101に塗料材105を吹付けたいわゆるカラー鋼板を用いた構造で

あるが、この場合も高温高流速ガス 15 には耐えられないことが問題である。

#### 【0010】

図 16 (図 16 (a) はダクト壁 12 の断面図、図 16 (b) は図 16 (a) の一部拡大図) に示すように、従来の HRS G のダクト壁 12 の標準保温構造は、ダクト壁 12 の外部側の外板 (ケーシング) 2 と高温高流速ガス 15 が流れるダクト内部側の内板 (内部ラギング) 3 の間に複数の保温材 4 を積層状に配置し、外板 2 と内板 3 をスタッドボルト 5 と保温材 4 を固定する機能を有するインサレーションピン 25 で保持し、また外板 2 に端部が支持されたスタッドボルト 5 の内板 3 側に円盤状ワッシャ 36 およびナット 31 を設けて内板 3 を取り付け、保温材 4 の各層の接合部にあるインサレーションピン 25 にはスピードワッシャ 26 を取り付けて各保温材 4 を固定している。

#### 【0011】

図 16 に示すように外板 (ケーシング) 2 の内側 (ガス流れ側) に保温材 4 を施工する構造を内部保温構造と呼ぶ。前記のように、ガスタービン出口にサイレンサが設置されない HRS G の場合、防音性能の優れた保温構造を開発する必要があった。

#### 【0012】

これに対して、後述する防振ワッシャ 8 (図 2) を設けていない従来の図 17 (ダクト壁 12 の断面図 (図 17 (a)) と図 17 (a) の A-A 線矢視図 (図 17 (b)) を示す) に示す構成が知られている。図 17 に示すダクト壁 12 は、外板 2 と内板 3 を単一のスタッドボルト 5 ではなく、外板 2 と中間部材 6 の間をスタッドボルト 5 B で連結し、中間部材 6 と内板 3 の間をスタッドボルト 5 A で連結する二層保温構造である。

#### 【0013】

また、図 18 (図 18 (a) はダクト断面図、図 18 (b) は図 18 (a) の A-A 線断面図) に示すように、外板 2 と内板 3 の間に中間部材 6 と中板 9 を挿入し、外板 2 と内板 3 を単一のスタッドボルト 5 ではなく、外板 2 と中間プレート 6 の間をスタッドボルト 5 B で連結し、中間アングル 9 と内板 3 の間をスタッドボルト 5 A で連結する二層保温構造を本出願人は開発した。

なお、図 17 (a) と図 18 (a) にはダクト内板 3 と外板 2 の間の温度分布 100 も示している。

#### 【0014】

この図 18 に示すダクト壁 12 の構造では、ダクト壁 12 の内部に流れる高温高流速ガス 15 の保温のため、内板 3 と中板 9 の間及び外板 2 と中板 9 の間には、それぞれロックファイバ、セラミックファイバ等でできた保温材 4 A、4 B からなる 2 層の保温材を配置する構成が一般に用いられる。

#### 【0015】

そして同時に、この保温材 4 A、4 B が防音機能を有するので、外板 2 と内板 3 との間に保温材 4 A、4 B を挟みこんだダクト壁 12 は防音構造にもなっている。また外板 2 と内板 3 は、それらの間に保温材 4 A、4 B を挟みこんで、通常スタッドボルト 5 A、5 B やナット 7 A、7 B で連結する方法が一般的に用いられている。

#### 【0016】

しかし、図 18 に示すダクト壁 12 の二層保温構造および吸音構造は、優れた遮音性能を持つ反面、重量増加となり、加工費、施工費、設計費等コスト的なデメリットが多く、新たな低コスト型の防音構造を開発する必要性があった。

#### 【0017】

HRS G の内部から外部に抜ける透過音が騒音として測定される。前述したように HRS G の内部にサイレンサが設置されない場合、ガスタービン排ガスの音響エネルギーは減衰されることなく、HRS G 内部に存在するため、防音対策としては HRS G 壁面の遮音性能を向上させることが必要である。

#### 【0018】

ダクト壁 12 を透過する音は、空気伝搬音と固体伝搬音の二つに分けられるが、ダクト壁 12 の遮音性能は外板 2、内板 3、保温材 4 の透過損失によって決まり、透過音のほと

んどは内板 3-スタッドボルト 5-外板 2 へと伝わる固体伝搬音と考えられる。

#### 【0019】

前記固体伝搬音を抑えるような構造として固体伝搬音の経路を長くすることで、この音を減衰させる方法が用いられる。具体的には、内板 3 と外板 2 の間に中間部材 6 を配置し、内板 3 と中間材 6 の間をスタッドボルト 5 A とナット 7 A で連結し、外板 2 と中間部材 6 の間をボルト 5 B とナット 7 B で連結することにより、固体伝搬音を減衰させている。

#### 【0020】

このような構造は、固体伝搬音を遮断する上で一般的であり、同様の構造が、特開昭 51-143915 号公報、特開平 11-351488 号公報で採用されている。

#### 【0021】

また、ボルトやナット等で固定される内板 3 の部位に図 2 (図 2 (a) は断面図、図 2 (b) は平面図) に示す制振構造体 (緩衝材: 防振ワッシャ) 8 を挿入し、固体伝搬音を減衰させ、透過音を減少させる方法も知られている。防振ワッシャ 8 は制振材 8 b を二枚の板材 8 a によって挟み込んだ構造が知られている。

その一般的な例として、特開昭 52-92501 号公報、特開平 9-279717 号公報、特開 2000-27333 号公報等がある。

【特許文献 1】特開昭 51-143915 号公報

【特許文献 2】特開平 11-351488 号公報

【特許文献 3】特開昭 52-92501 号公報

【特許文献 4】特開平 9-279717 号公報

【特許文献 5】特開 2000-27333 号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0022】

上記従来技術には以下のような解決すべき問題点があった。

(1) 図 2 に示す防振ワッシャ 8 を挿入するダクト壁 12 の内部保温構造の場合、防振ワッシャ 8 が挿入されるべき内板 3 の部位は 600℃ 以上の高温高流速のガスに直接曝されることとなり、図 2 に示す構造は耐熱性が不十分であるため適用できなく、また制振材 8 b と板材 8 a との間を接着しないと剪断力も弱く、HRS G のダクト壁 12 の遮音性向上のためには、図 18 などに示す保温二層構造や吸音構造を適用せざるを得ない状況であった。

#### 【0023】

(2) 図 2 に示す防振ワッシャ 8 を実機に適用した場合、制振ワッシャ 8 の側面は直接ガスに曝されるため、制振材 8 b が飛散する可能性がある。この制振材 8 b が飛散して HRS G 内部機器に付着すると、当該機器に重大な損失を与えるおそれがある。

#### 【0024】

(3) 図 16 に示す円盤状ワッシャ 36 を用いる場合には、ガスタービンと HRS G からなるプラントの起動停止時に HRS G の内部温度の変化により、内板 3 は熱伸縮し、その伸縮による摩擦抵抗により円盤状ワッシャ 36 に剪断力が発生する。

#### 【0025】

(4) また、図 2 に示す制振ワッシャ 8 は剪断力に対し非常に弱い。制振ワッシャ 8 を円盤状ワッシャ 36 (図 16) の代わりに挿入し、内板 3 (図 16) を挟み込んだ場合、剪断力により、制振ワッシャ 8 はワッシャとしての機能を果たさなくなるおそれがある。

#### 【0026】

(5) 特開昭 52-92501 号公報などの防振ワッシャは高分子接着材、ゴム等が防振材として使用されているが、そのままの形で、約 650℃ かつ約 30 m/s にもなる高温高流速ガスが問題となる HRS G の内部保温構造には適用できない。

#### 【0027】

そこで、本発明の課題は、図 2 の制振構造体と同様な遮音性能を有し、かつ HRS G のような高温高流速ガスに曝される厳しい雰囲気下においても使用可能な制振構造体を備え

た排熱回収ボイラなどの保温・防音ダクト壁を提供することである。

#### 【0028】

また、本発明の課題は、高温高流速ガス雰囲気中において適用可能であり、良好な防振性能と防音（遮音）性能を発揮できる新型の保温・防音ダクト壁と該ダクト壁に用いる防振（制振）構造体を提供することである。

#### 【0029】

ところで、HRSGのダクト壁12の騒音源となる燃焼タービン（図示せず）の騒音スペクトルの特徴を音源レベルと周波数の関係を示す図19を用いて説明する。一般的なボイラダクトでのファン等の騒音スペクトルgは、500Hz以下の低周波帯域で音源レベルが小さくなるのが一般的であるが、HRSGの大口径タービンでの燃焼音は、音源レベルhのように250Hz以下の低周波帯域でのレベルが高いものが多い。

このような特徴を有するHRSGでは、250Hz以下の低周波音を抑えることが防音上の課題である。

#### 【0030】

上記騒音源であるガスタービンの音響特性のために、従来は、下記の問題点が解決されていない。

（6）固体伝搬音を抑えるため、固体伝搬音の経路を長くし、かつ防振ワッシャ8（図2）を用いてもHRSGダクト内を流れる約650℃、かつ約30m/sの高温高流速ガスのため、グラスファイバ、ロックファイバ、セラミックファイバ等の防振性能が優れた材料の摩耗が発生し、遮音性の劣化のみならず構造的な信頼性を長期に渡って維持することが困難となる。

#### 【0031】

（7）上記（6）の防振ワッシャ8は、250Hz以上の中～高周波域のみに防音効果があり、その他の低周波帯域では効果が見込めない。この点から言えば、250Hz以下の低周波帯域でのレベルが高いガスタービン音源では防音効果が期待できない。

#### 【0032】

そこで、本発明のさらなる課題は、上記（6）のような構造的な問題がなく、かつ上記（7）の低周波帯域においてレベルの高いガスタービン音源に対して、防音効果が得られる保温・防振ダクト壁を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0033】

上記本発明の課題は、以下の解決手段により達成される。

（1）請求項1記載の発明は、ガス流路を構成するダクト壁であって、ガス流側の内板と、外気側の外板と、前記内板と外板の中間部に内板と外板と平行に、その長手方向が配置される中間部材と、前記内板と中間板との間隔保持用に内板と中間部材に両端部が固定された複数の第1サポート部材と、前記外板と中間板との間隔保持用に外板と中間部材に両端部が固定された複数の第2サポート部材と、前記第2サポート部材の中間部材側の接続部に取り付けられた防振性ワッシャと、前記内板と外板の間にあって、前記中間部材と前記第1、第2サポート部材と防振性ワッシャの隙間に充填される保温部材とを備えた保温・防音用ダクト壁である。

#### 【0034】

請求項1記載の発明によると、固体伝搬音の経路を長くし、かつ防振材にて防音効果を高めたダクト構造において、ダクト内部を流れる約650℃、かつ約30m/sの高温高流速ガスによる摩耗の影響を受けない保温材内部の位置として、高温側から保温部材の全厚さの半分の温度約400℃、かつ流速0m/sの位置、あるいはそれより外板側に近い位置に従来から知られている2枚の板状部材で防振材を挟んだ構成などからなる防振性能の優れた防振材あるいは減衰材等からなる防振ワッシャを設置することにより、防振性能が優れた材料を使用できるようにした。

#### 【0035】

このことにより、防振材料の摩耗の問題が発生しないことから、防音性が劣化すること



なく、構造的な信頼性を長期にわたって維持することができる。

#### 【0036】

さらに、高温側から保温材の全厚さの半分以下の位置に設置した防振材あるいは減衰材等の材料からなる内板と外板間に配置される保温材料を圧縮支持し、外板（ダクト板）の振動に対する減衰効果を高めることにより防音性が向上される。具体的には、少なくとも外板の厚さの3倍以上の厚さを有する保温材料からなる保温部材を、少なくとも10%以上の圧縮率で圧縮して外板に密着させて配置することで、騒音の減衰効果を高め、固体伝搬音作用時の外板（ダクト板）の曲振動を抑えることにより防音性が向上される。

#### 【0037】

ここで、前記防振性ワッシャの取り付け位置は400℃以下のダクト内領域に設けられることが防振性ワッシャ材料に厳しい耐熱性が要求されないので望ましい。また、前記防振性ワッシャの取り付け位置は、前記内板と外板の間に充填される保温部材の全厚さの半分又は該半分より外板側の位置に設置することが望ましい。

#### 【0038】

また、少なくとも外板の厚さの3倍以上の厚さを有する防振材料又は減衰材料を少なくとも10%以上の圧縮率で圧縮して外板に密着させることが望ましい。

さらに、前記中間部材の取り付け位置には内板と外板の長手方向に沿って保温部材を二分する中板を設けることができる。

本発明の上記防振性ワッシャは、2枚の板状部材で防振材を挟んだ構成からなる。

#### 【0039】

(2) 請求項7記載の発明は、ガスの流路を構成するダクト壁であって、ガス流側の内板と、外気側の外板と、前記内板と外板との間隔保持用に内板と外板に両端部が固定された複数のサポート部材と、前記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材と、ガス流に接する前記サポート部材の内板との接続部に取り付けられた盆状に加工された受け皿、受け皿に挿入される制振材及び受け皿内径に合わせた上蓋により構成される防振性ワッシャ（防振材挿入型ワッシャ）とを備えた保温・防音用ダクト壁である。

#### 【0040】

請求項7記載の発明によると、盆状に加工された受け皿と、受け皿に挿入される制振材及び受け皿内径に合わせた上蓋により構成される防振性ワッシャ（防振材挿入型ワッシャ）の製作の際に接着剤を使用しないため高温環境下でも使用可能であり、図4に例示する防振材挿入型ワッシャ18の制振材21は盆状の受け皿19と上蓋20で覆われるため飛散するおそれが無い。また、このような構成はワッシャとしての機能と強度を持ち合わせているため、円盤状ワッシャ36（図16）の代わりとして用いることができる。

#### 【0041】

例えば、図10(a)に制振材挿入型ワッシャ18を内板（内部ラギング）3とスタッドボルト5の接続部にナット31を介して設けたダクト壁断面図を、図10(b)には従来の円盤状ワッシャ36を内板（内部ラギング）3とスタッドボルト5の接続部にナット31を介して設けたダクト壁断面図を示し、それぞれの騒音の伝達の様子を模式的に図示する。

#### 【0042】

図10(a)に示す構造と図10(b)に示す構造を比較すると、HRS G内部騒音は内板3からスタッドボルト5を介し、外板（ケーシング）2に伝わり外部へ騒音として発せられるが、騒音（振動）は制振材挿入型ワッシャ18の制振材21の減衰効果により減音されHRS G壁面の遮音性能を向上させる効果がある。

#### 【0043】

本発明による防振材挿入型ワッシャ18は、製作の際に接着剤を使用しないため高温環境下でも使用可能であり、制振材21は盆状の受け皿19と上蓋20で覆われるため飛散する恐れが無い。また、ワッシャとしての機能と強度を持ち合わせているため、円盤状ワッシャ36の代わりとして用いることができる。

## 【0044】

上記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材は、前記防振性ワッシャ（防振材挿入型ワッシャ）を取り付けた複数のサポート部材の他に、インサレーションピンと保温材を固定するスピードワッシャの組み合わせ体により保持された構成としてもよい。

## 【0045】

また、本発明は、ガス流側の内板と外気側の外板と前記内板と外板との間隔保持用に内板と外板に両端部が固定された複数のサポート部材と前記内板と外板の間にある前記サポート部材の隙間に充填される保温部材と前記内板と前記サポート部材を備えたガス流路を構成するダクト壁の構成部材であって、ガス流に接するサポート部材の内板側の接続部に取り付けられることを特徴とする盆状に加工された受け皿と、受け皿に挿入される制振材、受け皿内径に合わせた上蓋により構成される防振性ワッシャ（防振材挿入型ワッシャ）を含む。

## 【発明の効果】

## 【0046】

請求項1記載の発明によれば、内部に高温ガスが流れるHRSGのようなダクト構造で、固体伝搬音の経路を長くし、かつ防振材にて防音効果を高める構造において、ダクト内部を流れる約650℃かつ約30m/sの高温高流速ガスによる摩耗の影響を受けない保温部材の内部の位置として、高温側（内板）から保温部材の全厚さの半分であり、約400℃かつ0m/sの位置、あるいはそれより外板側の位置に防振性能の優れた防振ワッシャを設置することにより、防振性能が優れた防振ワッシャ材料を使用できるため、防振材料の摩耗の問題が発生しないことから、防音性が劣化することなく、構造的な信頼性を長期に渡って維持することができる。

## 【0047】

さらに、高温側から保温材の全厚さの半分以下の位置に設置した防振材あるいは減衰材等の材料を圧縮支持し、外板（ダクト板）の振動に対する減衰効果を高めることにより防音性が向上される。具体的には、少なくとも外板の厚さの3倍以上の厚さを有する防振材あるいは減衰材等の材料からなる保温部材を、少なくとも10%以上の圧縮率で圧縮して外板に密着させて配置することで、外板の振動の減衰効果を高め、固体伝搬音作用時の外板の曲振動を抑えることにより防音性が向上される。

## 【0048】

また、請求項7記載の発明によれば、HRSG壁面を模擬した試験体に盆状に加工された受け皿と、受け皿の内径に合わせた蓋で防振材を挟む構造からなる制振材挿入型ワッシャ（図4参照）を組み込み透過損失測定した結果、従来構造に比べ中～高周波帯域において平均5（dB）の遮音性向上を確認した。

## 【0049】

請求項1記載のダクト壁構造などの二層保温構造が適用されている過去のプラントにおいて、前記二層保温構造の代わりに図16に示す標準構造に前記制振材挿入型ワッシャ（図4参照）を組込んだ場合を仮定してコスト試算をした結果、原料コストの低減効果（原低効果）があることが確認された。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0050】

本発明の実施の形態について、図面と共に説明する。

## 【実施例1】

## 【0051】

図1のHRSGのダクト壁12の断面図（図1（a））と図1（a）のB-B線矢視図（図1（b））に示す本実施例は、図17で説明したダクト壁12と同一の構成部材からなる。すなわちダクト内の高温高流速ガス15が流れる側の内板3と外気側の外板2の間の略中間部に中間部材6を内板3と外板2と平行位置に配置し、内板3と中間部材6の間に保温材4Aを配置し、外板2中間部材6の間に保温材4Bを配置する。これら保温材4

A、4 Bは略同一板厚を有する防振材あるいは減衰材等の材料からなり、中間部材6と外板2は中間部材6側に設けられた防振ワッシャ8を介してスタッドボルト5 Bとナット7 Bで締め付けられて固定されている。また内板3と中間部材6とはスタッドボルト5 Aと該スタッドボルト5 Aの内板3側に設けられたナット7 Aで締め付けられて固定されている。

なお、図1(a)にはダクト内板3と外板2の間の温度分布100も示している。

#### 【0052】

上記2枚の外板2と内板3の間の固体伝搬音経路（内板3—スタッドボルト5 A—中間部材6—スタッドボルト5 B—外板2）を長くして固体伝搬音を遮断した壁構造において、図1のHRSGのダクト壁12の構造が図17で説明したダクト壁12と異なるところは、防振ワッシャ8が保温材4 A、4 Bの全厚さの半分の位置又はそれより外板2側に近い位置に設置されていることである。

#### 【0053】

ダクト内部を約650℃、かつ約30 m/sの高温かつ高流速のガス15が流れるが、この高温高流速ガス15による摩耗の影響を受けないダクト壁12の内部の位置である保温材4 A、4 Bの全厚さの半分の位置である温度約400℃、かつ流速0 m/sの温度領域にあるダクト壁12内の位置、あるいはそれより外側（外板2側）に近い位置に防振ワッシャ8が設置されている。

#### 【0054】

上記防振ワッシャ8の断面構造は図2(a)に示す通りであり、防振ワッシャ8は図2に示すように2枚の板8 aで防振材8 bを挟み込む簡素な構造体であっても、ダクト壁12の全厚さのほぼ半分の位置である温度約400℃、かつ流速0 m/sの位置、あるいはそれより外板2に近い位置に設置すれば、高温のガス15の影響を受けず、防振ワッシャ8の構成材料としてグラスファイバ、ロックファイバ、セラミックファイバ等の防振性能が優れた防振材8 bが使用可能となる。

#### 【0055】

防振材8 bの耐熱温度は、グラスファイバで400℃、ロックファイバで600℃、セラミックファイバで1300℃であり、本実施例のダクト壁12内の位置に防振ワッシャ8を配置する構成により、通常市販されている全ての防振材が使用可能となる。

#### 【0056】

一旦、高温高流速ガス15による防振ワッシャ8の摩耗が起こり始めると、加速的にその摩耗量が増えるが、本実施例の位置に防振ワッシャ8を設置すると、摩耗の心配が全くない。

#### 【0057】

また、図2に示す防振ワッシャ8の製作方法としては、2枚の板8 aの間に防振材8 bを接着剤で接着した構造を、実機製作上の事前に多量に製作しておくことにより、一定品質で、かつ廉価な防振ワッシャ8を得ることができる。

#### 【0058】

図3には、後述する図4に示す防振材挿入型ワッシャ18を図8に示す様に内板3側の約650℃、かつ約30 m/sの高温かつ高流速のガス15に接するスタッドボルト5の端部に設置した場合の摩耗量bと、本実施例の図2に示す防振ワッシャ8を図1に示すダクト壁12の全厚さのほぼ半分の位置である温度400℃、かつ流速0 m/sの位置に設置した場合の摩耗量aの比較を示す。

#### 【0059】

図4に示す防振材挿入型ワッシャ18を図8に示す高温かつ高流速のガス15に接する内板3側のスタッドボルト5の端部に設置した場合の防振材21の摩耗量bは、ガス15の影響で時間とともに増え、摩耗量の許容値cに到達して、その防振性能が無くなり、かつ構造的な信頼性をも失うことになる。

#### 【0060】

これに対して本実施例による保温材4 A、4 Bの内部に防振ワッシャ8を設置した場合

、高温高流速ガス 15 の影響が無く、その摩耗量  $a$  が許容値  $c$  に達することなく、防振性能及び構造的な信頼性が長期的に維持される。

#### 【実施例 2】

##### 【0061】

また、図 1 に示すダクト壁 12 の断面構造に、さらに中板 9 を中間部材 6 と共に用いるように付加した図 5 (図 5 (a) はダクト壁 12 の断面図、図 5 (b) は図 5 (a) の B-B 線矢視図) に示す構造を採用しても良い。この場合は保温材 4 A、4 B を区分けする中間部材 6 の設置位置に中板 9 を配置し、図 2 に示す防振ワッシャ 8 と中板 9 と中間部材 6 とスタッドボルト 5 B とをナット 7 B で締め付ける構成とする。

##### 【0062】

本実施例の防振ワッシャ 8 も実施例 1 記載の防振ワッシャ 8 と同じく、ダクト内部を流れる高温高流速ガス 15 側から防振材あるいは減衰材等の材料からなる保温材 4 A、4 B の全厚さの半分の位置又はそれ以下の位置に設置する。

##### 【0063】

この構造の場合にも、市販の防振材 8 b を有する防振ワッシャ 8 を用いても、その耐熱性と耐摩耗性では十分使用に耐える。

なお、図 5 (a) にはダクト内板 3 と外板 2 の間の温度分布 100 も示している。

#### 【実施例 3】

##### 【0064】

図 6 に本実施例のダクト壁 12 の断面図 (図 6 (a)) と図 6 (a) の B-B 線矢視図 (図 6 (b)) を示すが、図 5 に示す構造と比較して、外板 2 の板厚に対して、少なくとも 3 倍以上の厚さを有する防振材料あるいは減衰材料等からなる低温部の保温材 4 B を設置し、この保温材 4 B を外板 2 と中板 9 間にスタッドボルト 5 B とナット 7 B で少なくとも 10% 以上の圧縮率で圧縮して支持したことが相違している。

なお、図 6 (a) にはダクト内板 3 と外板 2 の間の温度分布 100 も示している。

##### 【0065】

このように 10% 以上の圧縮率で保温材 4 B を圧縮支持することにより、外板 2、保温材 (防音材) 4 B、中間部材 6 及び中板 9 の密着性が保持でき、これらの間で構造的なゆるみ (ガタ) が生じることなく、防振性能が保持できる。また、外板 2 の板厚に対して、保温材 (防音材) 4 B は少なくとも 3 倍以上の厚みを有するので、外板 2 の曲振動により発生する保温材 4 B の曲げ歪みが大きくなり、十分な振動減衰性能が得られる。

このようにして、外板 2 に保温材 4 B を密着させることで減衰効果を高め、固体伝搬音作用時のダクト壁 12 の曲振動を抑える。

##### 【0066】

また、上記のように保温材 4 B を圧縮して取付ける際には、事前にスタッドボルト 5 A、5 B のネジ切り長を、所定の圧縮率を考慮して作製しておけば、実機施工時において簡単に施工ができる。

図 7 と図 19 を用いて、実施例 3 による防振ワッシャ 8 の性能を説明する。

図 19 に示すように、HRS G ダクト用タービンスpekトル  $h$  は 250 Hz 以下の低周波帯域での音が大きく、これが HRS G ダクト防音における大きな問題であることはすでに述べた通りである。

##### 【0067】

まず、最初に図 1 (実施例 1) に示すダクト壁 12 に後述する防振ワッシャ 8 (図 2) を設けていない従来技術の構成に対応する図 17 及び図 5 (実施例 2) に示すダクト壁 12 に防振ワッシャ 8 を設けていない従来技術の構成に対応する図 18 に示す従来構造における透過損失  $d$  を図 7 に示す。

##### 【0068】

図 7 には前記透過損失  $d$  と図 5 に示すダクト壁 12 の透過損失  $e$  (実施例 2) と図 6 に示すダクト壁 12 の透過損失  $f$  (実施例 3) の周波数と音の透過損失 ( $dB$ ) の関係を示す。

図7に示すように、従来技術である図17と図18に示すダクト壁の透過損失dは、図5に示す防振ワッシャ8を設置したダクト壁12の透過損失e（実施例2）と図6に示す防振ワッシャ8を設置し、かつ低温部の保温材4Bを圧縮したダクト壁12の透過損失f（実施例3）に比べて小さかった。

#### 【0069】

図5に示す防振ワッシャ8を設置した実施例2の透過損失eは従来技術の透過損失dより向上するが、さらに図6に示す実施例3の透過損失fは従来技術では未解決であった250Hz以下の低周波帯域の透過損失を向上できる。

#### 【実施例4】

#### 【0070】

本実施例ではHRSGのダクト壁12の内部の高温・高流速部に適用した防振ワッシャとして図4（a）の斜視図と図4（b）の断面図に示す構成からなる制振材挿入型ワッシャ18を用いた。

#### 【0071】

制振材挿入型の防振ワッシャ18は、盆状に加工された受け皿19と、皿19の内径に合わせた蓋20で防振材21を挟む構造を採用している。HRSG内を流れる高温高流速ガス15の影響で約650℃かつ約30m/sの高温高流速の条件にさらされ、この悪条件に耐える狙いで、図4のような制振材挿入型ワッシャ18の構成が示されている。

#### 【0072】

図8に制振材挿入型ワッシャ18を用いた本実施例のHRSGのダクト壁12の構造を示す。図8（a）はダクト壁12の断面図、図8（b）は図8（a）の一部拡大図、図8（c）は図8（b）のA-A線矢視図を示す。

制振材挿入型ワッシャ18の蓋20と皿19の間に約650℃の高温かつ高流速のガス15が入り込むため、防振材21の摩耗の問題が発生することから、防振材21として防振ゴムなどの防振性能に優れた材料が使用できずロックファイバ、セラミックファイバ、グラスファイバーや金属繊維物などを用いる。

#### 【0073】

また、本ワッシャ18は250Hz以上の中～高周波域についてのみ防音効果があり、その他の低周波域の騒音レベルが高い場合には不適切である。

#### 【0074】

従って、制振材挿入型ワッシャ18は図8に示すHRSGのダクト壁12の比較的低温領域（600℃～400℃付近）での高温ガス流れ15に設置されることが望ましい。

#### 【0075】

図8に示すように、ダクト壁12の外板2とダクト内部側の内板3の間に複数の保温材4を積層状に配置し、外板2と内板3をスタッドボルト5と保温材4を固定する機能を有するインサレーションピン25で保持し、また外板2に端部が支持されたスタッドボルト5の内板3側に制振材挿入型ワッシャ18およびナット31を設けて、内板3を取り付け、インサレーションピン25の保温材4の各層の間にスピードワッシャ26を配置して各保温材4を固定している。

#### 【0076】

図8に示すように制振材挿入型ワッシャ18は、従来からのHRSGのダクト壁12の標準保温構造の円盤状ワッシャ36（図16参照）の代わりに取付けられ、制振材21による音（振動）の減衰効果により固体伝搬音を減少させるものである。制振材挿入型ワッシャ18の遮音効果以外の特徴を以下に示す。

#### 【0077】

1）制振材挿入型ワッシャ18自身がワッシャとしての性能を有するため、部品点数の増加とならない。

#### 【0078】

2）制振材21は直接ガス15に曝されないため制振材21が飛散するおそれが無い。

#### 【0079】

3) 内板3を挟み込む制振材挿入型ワッシャ18は、プラント起動停止時の内部温度の変化により、内板3が伸縮し、その伸縮による摩擦抵抗により制振材挿入型ワッシャ18の断面内に発生する剪断力に耐えうる構造である。

【0080】

なお、図4に示す防振ワッシャ18の遮音効果があるのは、図19に示すグラフで250Hz以上の中～高周波域であり、250Hz以下の低周波帯域の音が大きいタービン音源スペクトルhでは防音効果が期待できない。

【実施例5】

【0081】

上記実施例4では図4に示す制振材挿入型ワッシャ18をダクト壁12の外板2の内側の保温構造に適用する場合について述べたが、図9(図9(a)は本実施例の制振材挿入型ワッシャを用いたHRSGのダクト壁の断面図、図9(b)は図9(a)のA-A線矢視図、図9(c)は図9(b)の一部拡大図)に示すような外板2の外側(外気側)に保温材4Cが施工され、外板2に取付けられたスタッドボルト5及びサポートアングル33と外装板32によって構成される外部保温構造にも適用可能である。すなわち、制振材挿入型ワッシャ18はサポートアングル33と外板2との間の防振材として使用し得る。

【0082】

この場合の制振材挿入型ワッシャ18は固体伝搬振動がダクト壁12の外部に漏れ出ることを有効に防止できる。

【0083】

HRSG壁面を模擬した試験体に制振材挿入型ワッシャ18を組み込み透過損失を測定した結果、従来構造に比べ中～高周波帯域において平均5(dB)の遮音性向上を確認した。

【0084】

また、図18等 to 示すダクト壁12の二層保温構造が適用されている従来技術のHRSGにおいて、二層保温構造の代わりに図16に示す標準構造に制振材挿入型ワッシャ18を組み込んだ場合を仮定し、コスト試算をした結果、原価を低減させる効果があることを確認した。

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明の保温・防音用ダクト壁は、各種工業用プラント、焼却プラント、発電プラントなどで使用されるエアや燃焼ガスなどの気体搬送用ダクトの保温・防音用ダクト壁に適用でき、特にガスタービンなどの熱機関から排出される高温高流速ガスが流れる排熱回収ボイラのダクト等の保温・防音用ダクト壁に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明の実施例1になるHRSGのダクト壁の断面図(図1(a))と図1(a)のB-B線矢視図(図1(b))である。

【図2】従来から用いられていたHRSGのダクト壁に用いる防振ワッシャの断面構造図(図2(a))と平面図(図2(b))である。

【図3】本発明の実施例1になる防振ワッシャと実施例4?の防振材挿入型ワッシャの防振材摩耗量の比較を示す図である。

【図4】本発明の実施例4、5の防振材挿入型ワッシャの斜視図(図4(a))と断面図(図4(b))である。

【図5】本発明の実施例2になるHRSGのダクト壁の断面図(図5(a))と図5(a)のB-B線矢視図(図5(b))である。

【図6】本発明の実施例3になるHRSGのダクト壁の断面図(図6(a))と図6(a)のB-B線矢視図(図6(b))である。

【図7】従来技術の図17と図18の透過損失dと図5(実施例2)の防振ワッシャを設置した構造の透過損失eと図6(実施例3)の透過損失fを示す図である。

【図 8】本発明の実施例 4 の制振材挿入型ワッシャを用いた H R S G のダクト壁の断面図 (図 8 (a))、図 8 (a) の一部拡大図 (図 8 (b))、図 8 (b) の A-A 線矢視図 (図 8 (c)) である。

【図 9】本発明の実施例 5 の制振材挿入型ワッシャを用いた H R S G のダクト壁の断面図 (図 9 (a))、図 9 (a) の A-A 線矢視図 (図 9 (b))、図 9 (b) の一部拡大図 (図 9 (c)) である。

【図 10】本発明の実施例 4 の制振材挿入型ワッシャを設けたダクト壁断面図 (図 10 (a)) と従来の円盤状ワッシャ設けたダクト壁断面図 (図 10 (b)) とそれぞれの騒音の伝達の様子を示す模式図である。

【図 11】H R S G の全体の斜視図である。

【図 12】図 11 の矢印 A 方向からの矢視図である。

【図 13】従来のダクト壁の保温構造を示す断面図である。

【図 14】従来のダクト壁の保温構造を示す断面図である。

【図 15】従来のダクト壁の保温構造を示す断面図である。

【図 16】従来の H R S G のダクト壁の断面図 (図 16 (a)) と図 16 (a) の一部拡大図 (図 16 (b)) である。

【図 17】従来技術になる H R S G のダクト壁の断面図 (図 17 (a)) と図 17 (a) の A-A 線矢視図 (図 17 (b)) である。

【図 18】従来技術になる H R S G のダクト壁の断面図 (図 18 (a)) と図 18 (a) の A-A 線矢視図 (図 18 (b)) である。

【図 19】燃焼タービンの騒音スペクトルの音源レベルと周波数の関係を示す図である。

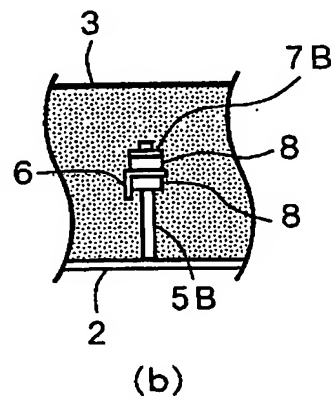
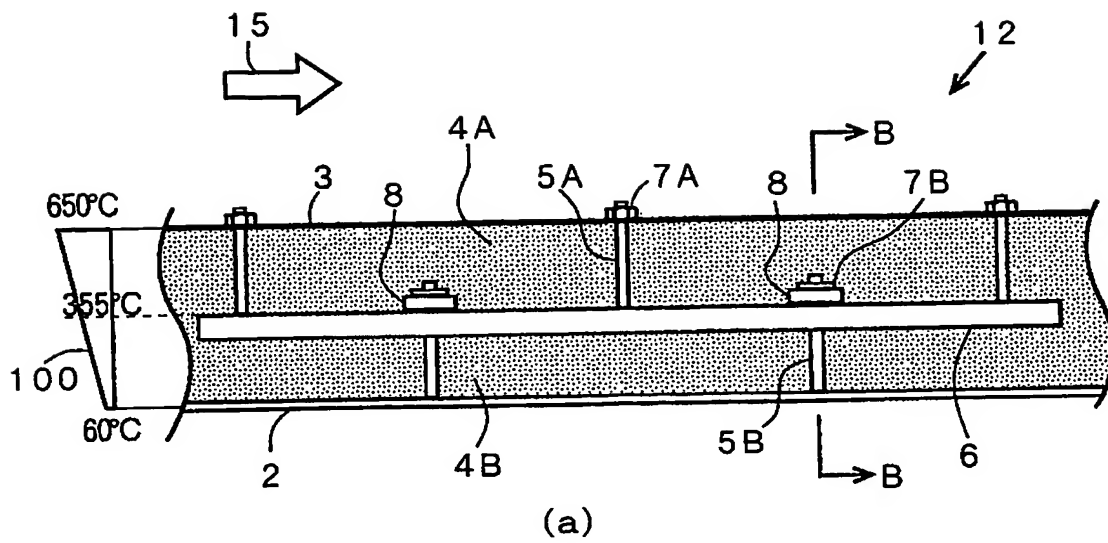
#### 【符号の説明】

##### 【0087】

2 外板	3 内板
4、4 A、4 B、4 C 保温材	
5、5 A、5 B スタッドボルト	
6 中間部材	7 A、7 B ナット
8 防振ワッシャ	8 a 板
8 b 防振材	9 中板
12 ダクト壁	13 伝熱管群
14 煙突	15 ガス
18 制振材挿入型ワッシャ	19 受け皿
20 蓋	21 防振材
25 インサレーションピン	26 スピードワッシャ
31 ナット	32 外装板
33 サポートアングル	36 円盤状ワッシャ
100 温度分布	101 ダクト壁
102 吸音材	104 植毛繊維材
105 塗料材	

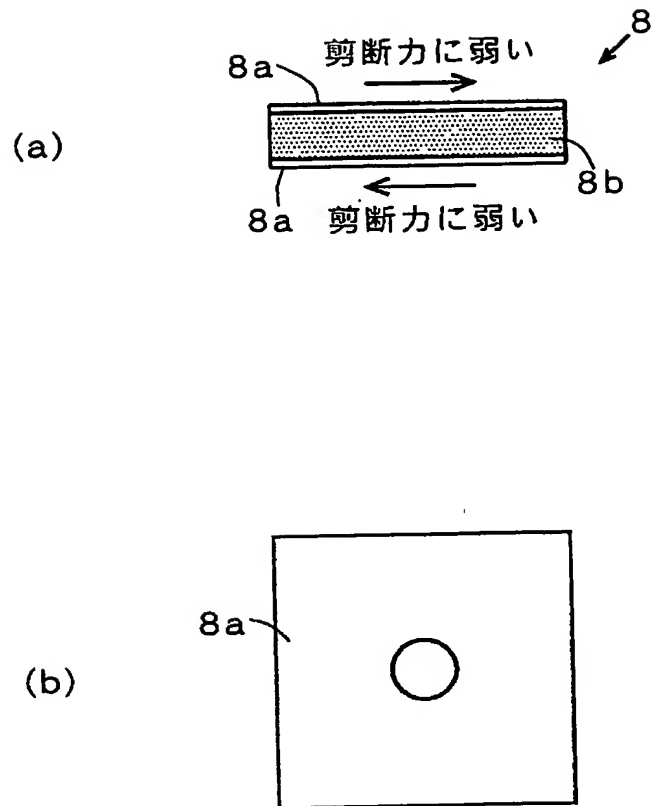


【書類名】 図面  
【図 1】

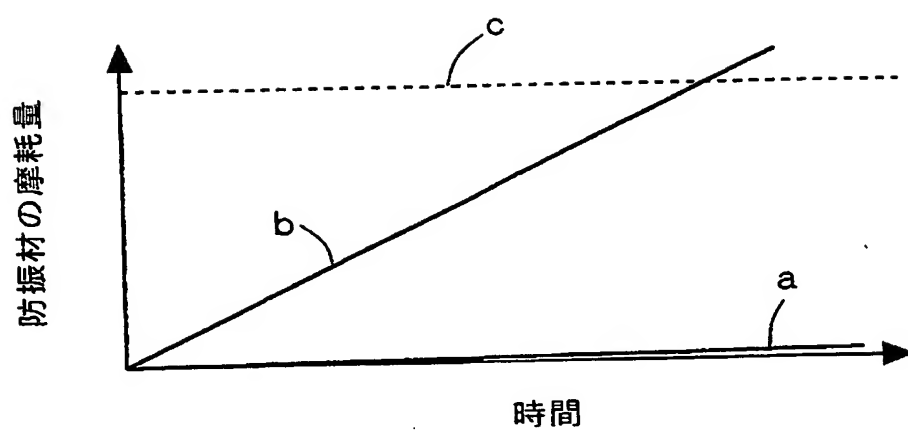




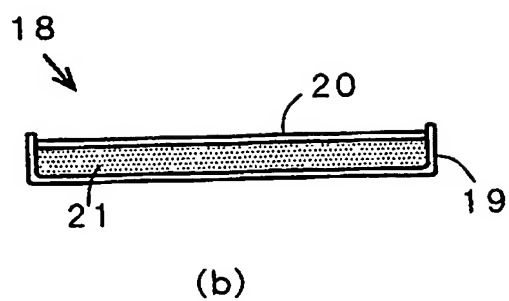
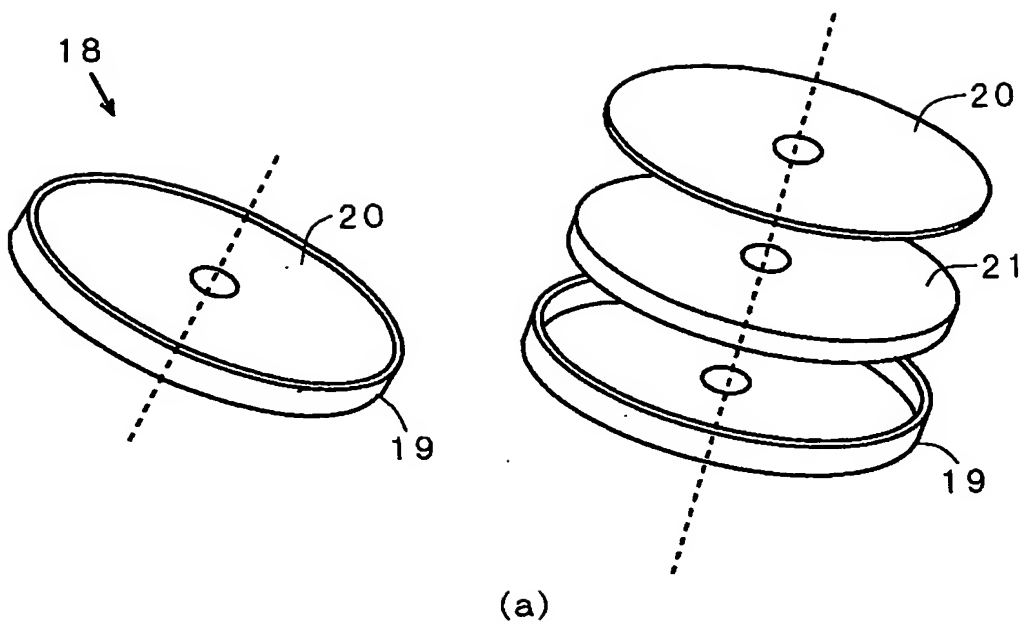
【図 2】



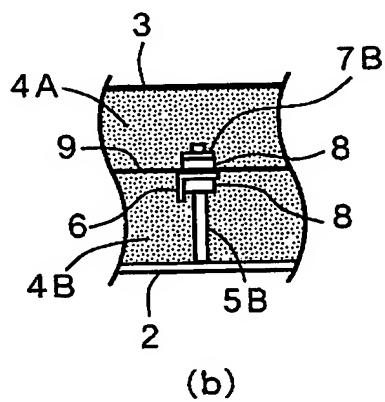
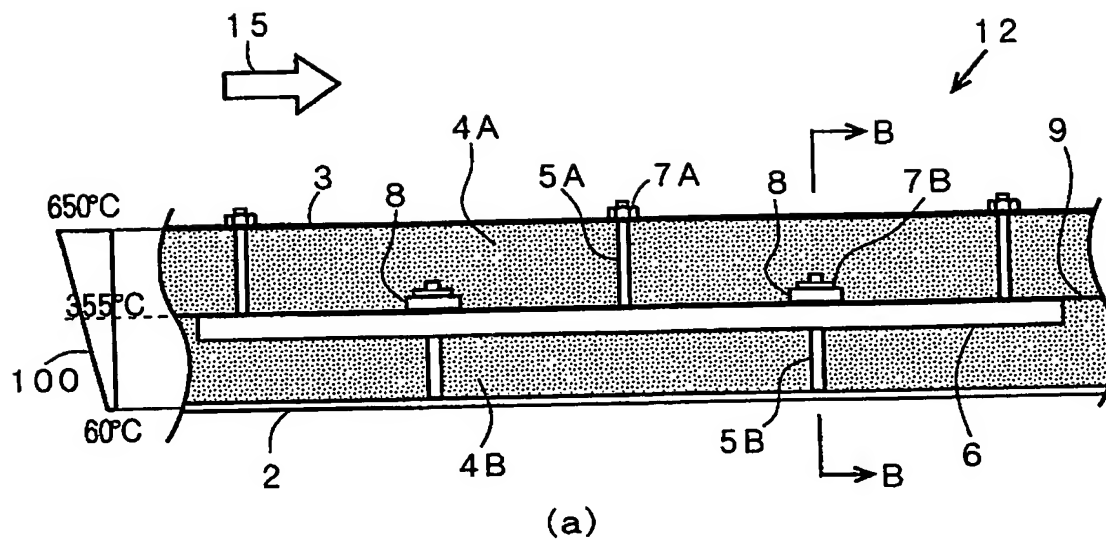
【図 3】



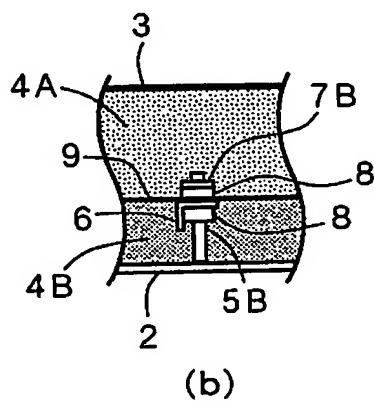
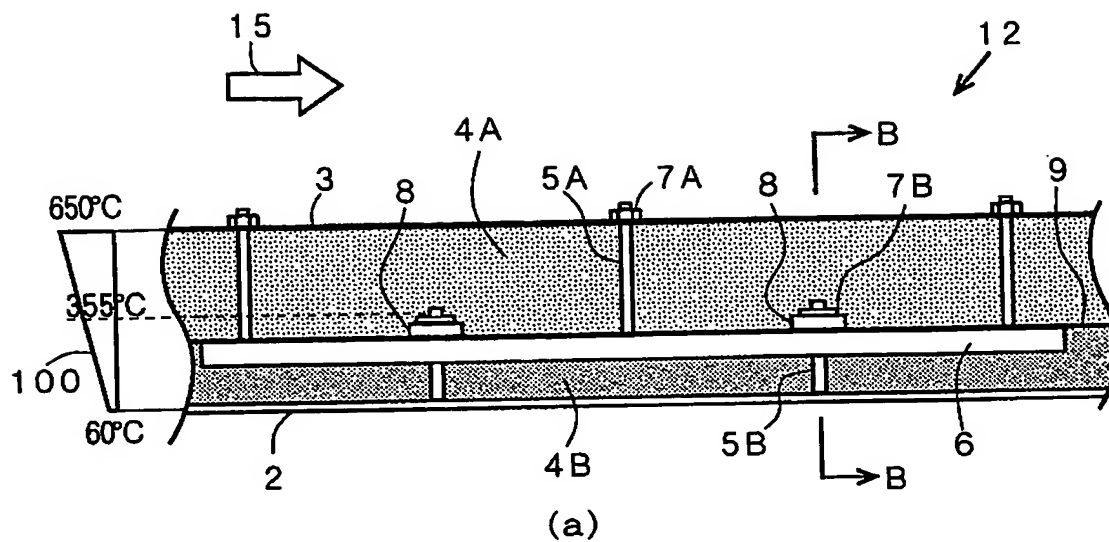
【図 4】



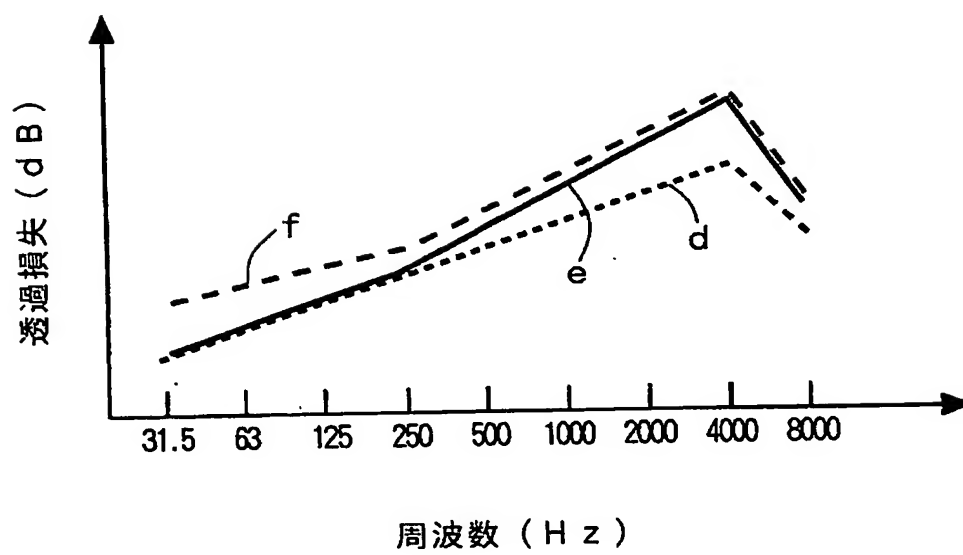
【図 5】



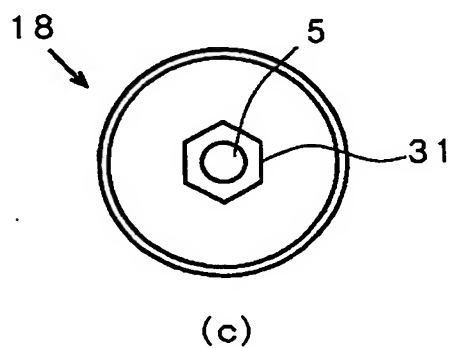
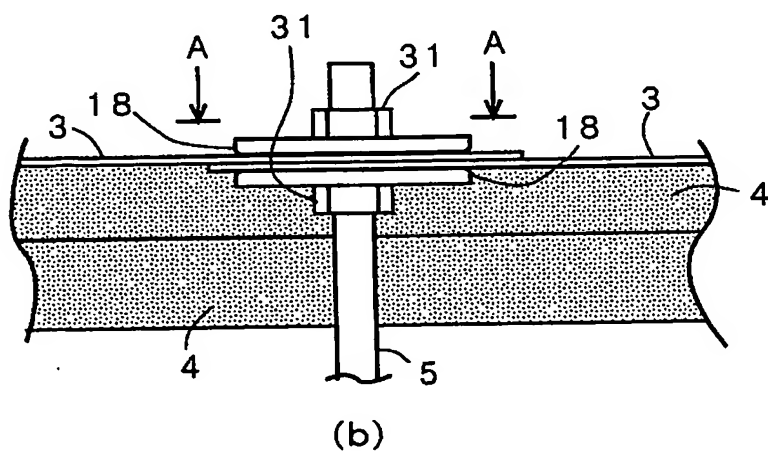
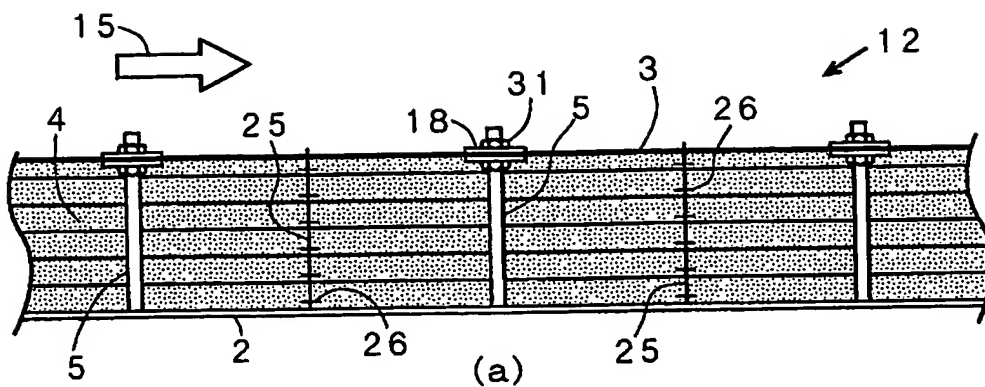
【図 6】



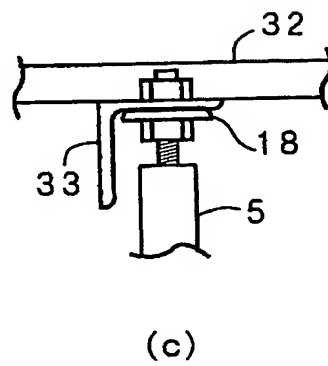
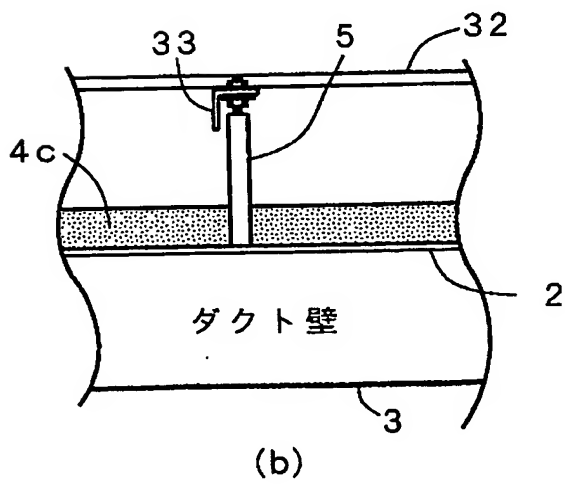
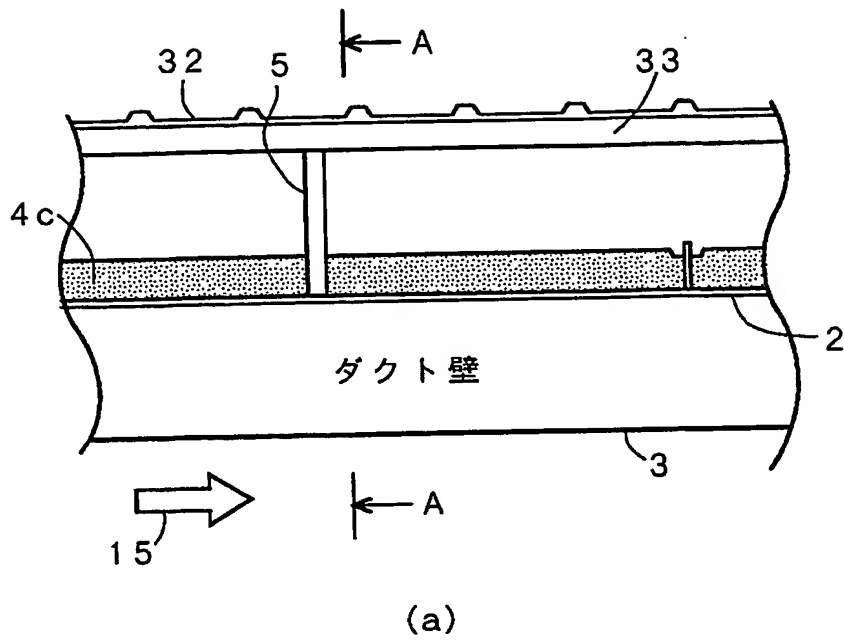
【図 7】



【図 8】

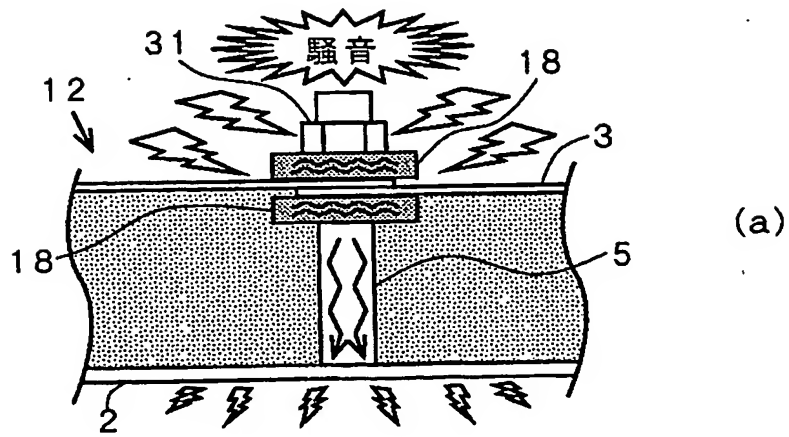


【図9】

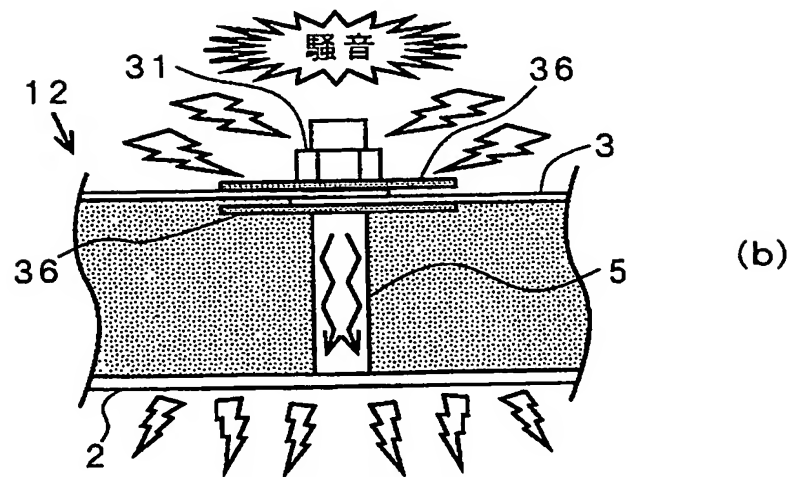




【図 10】

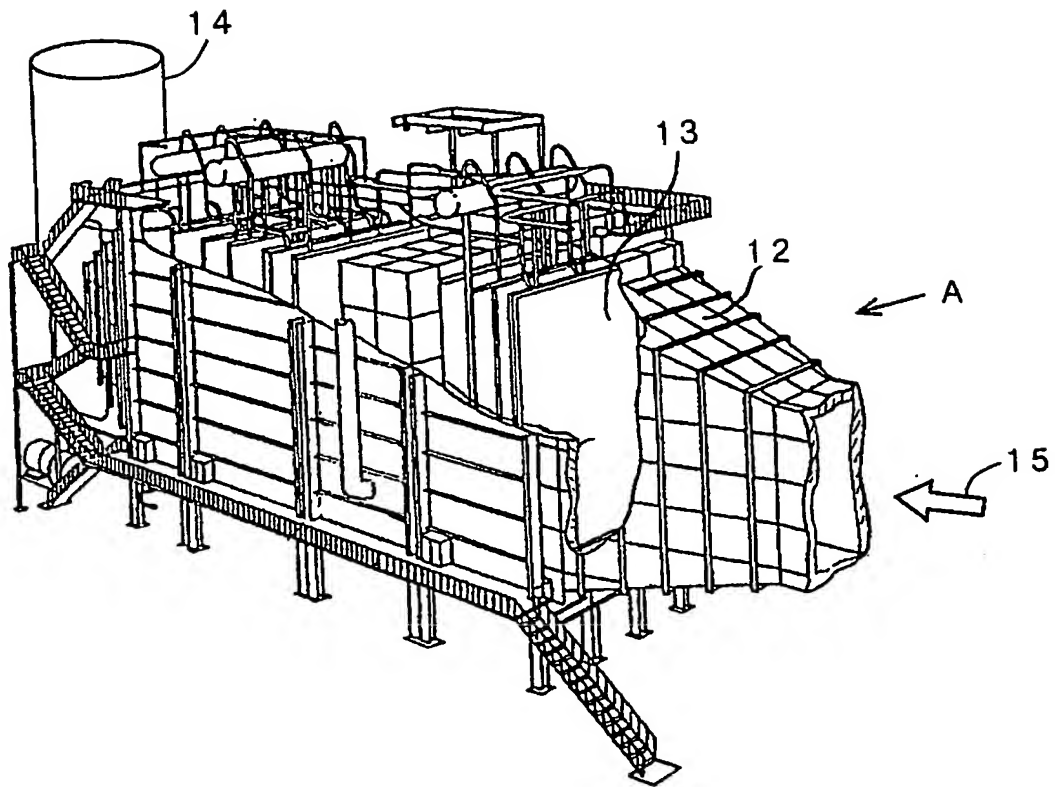


固体伝搬音：小

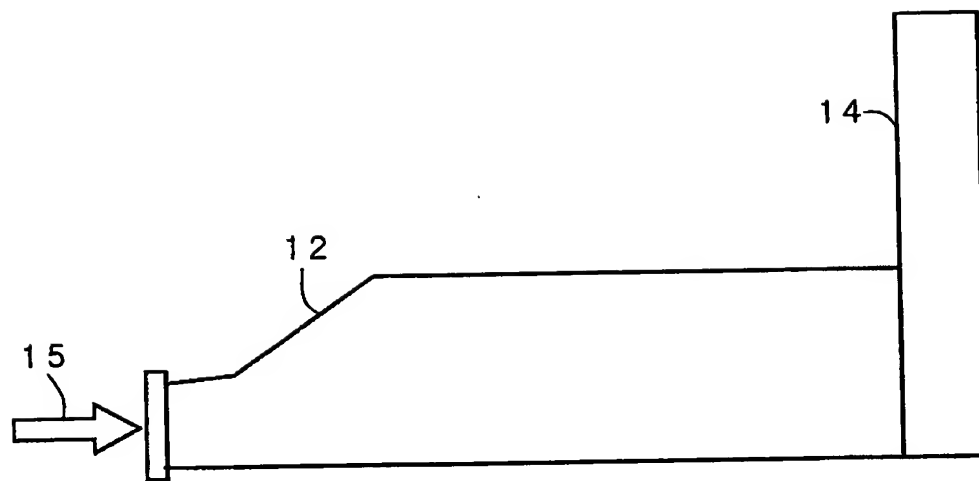


固体伝搬音：大

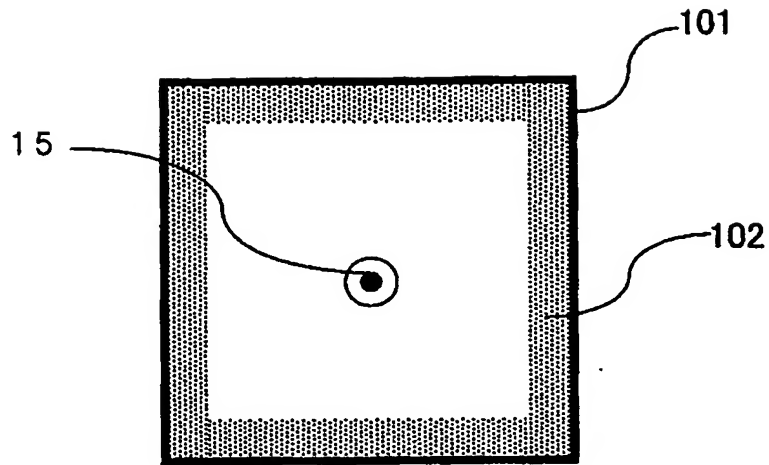
【図 11】



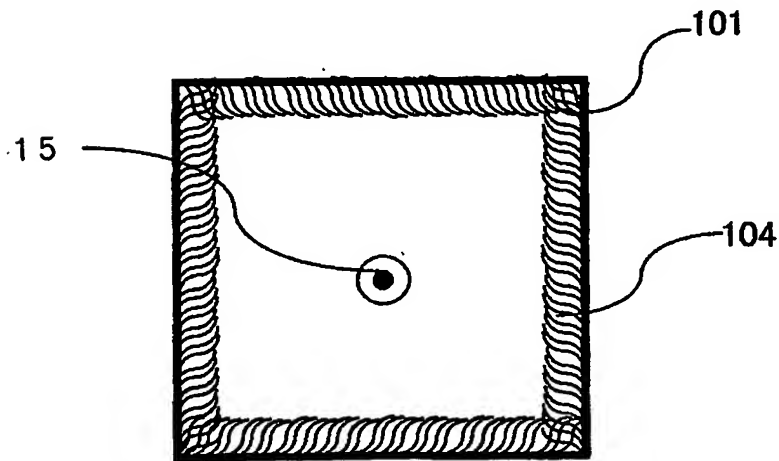
【図 12】



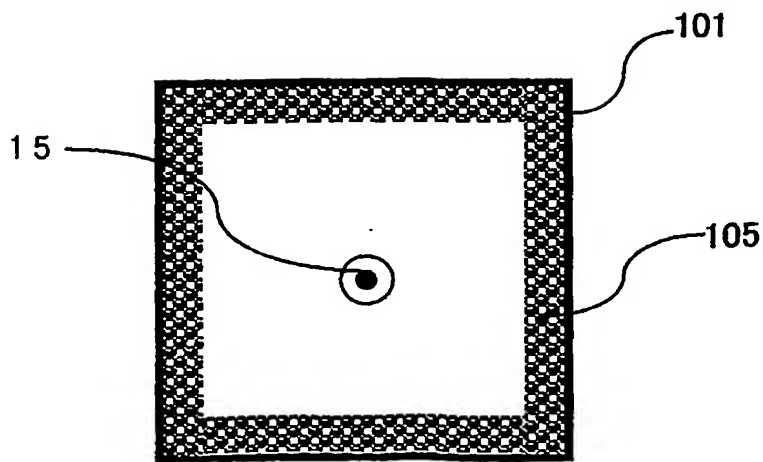
【図 13】



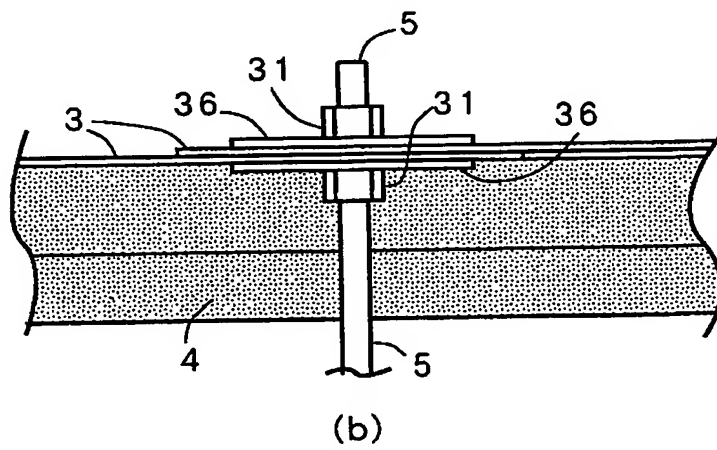
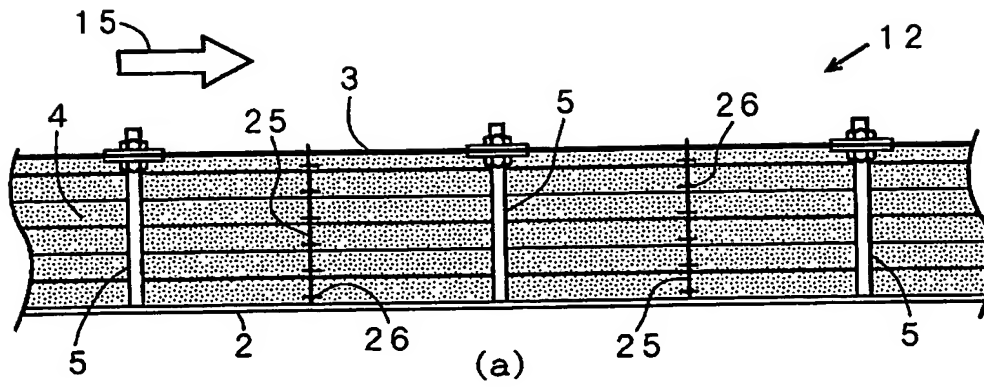
【図 14】



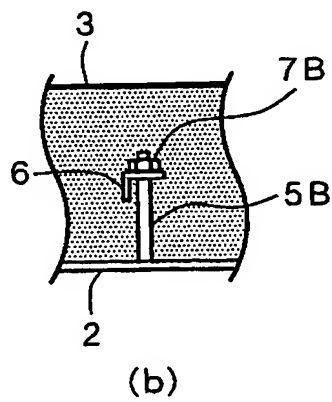
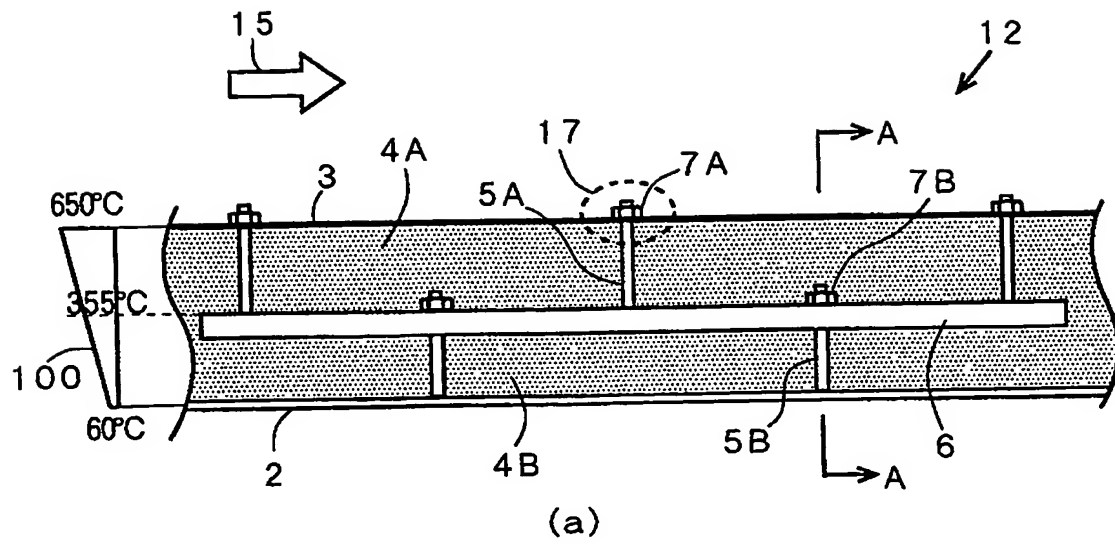
【図 15】



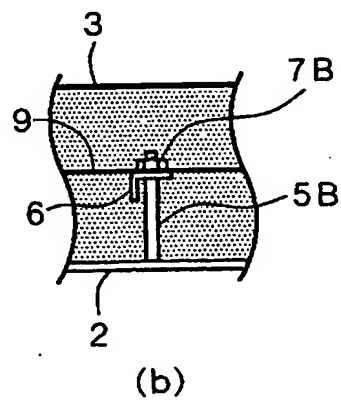
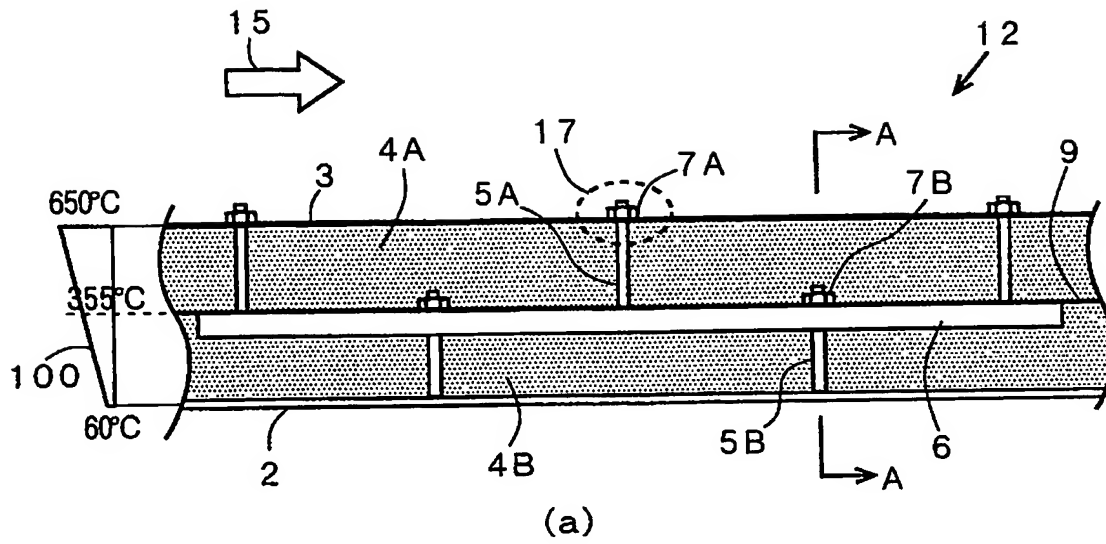
【図 16】



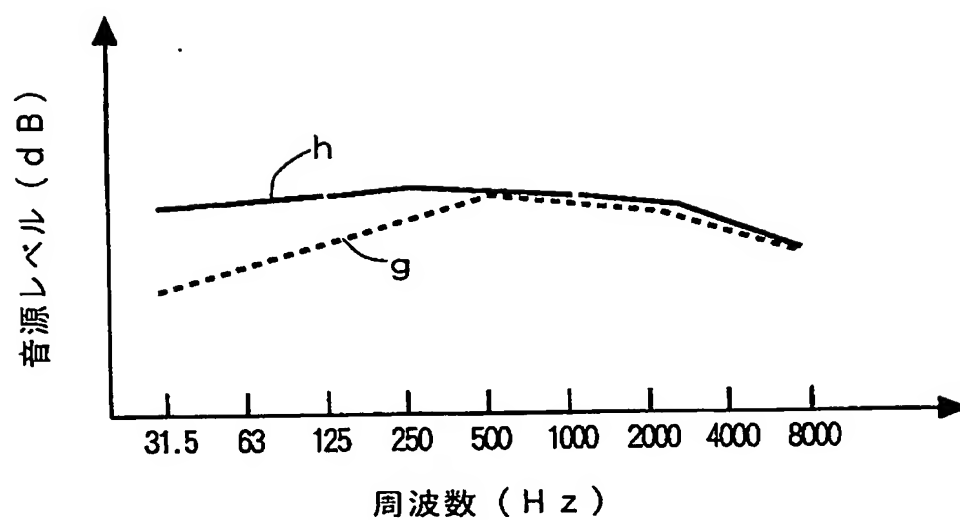
【図 17】



【図 18】



【図 19】





**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 遮音性能が高く、かつHRS Gのような高温高流速ガスに曝される厳しい雰囲気下においても使用可能な制振構造体を備えた排熱回収ボイラなどの保温・防音ダクト壁を提供すること。

**【解決手段】** 固体伝搬音の経路を長くし、かつ防振材にて防音効果を高めたダクト構造において、ダクト内部を流れる約650℃、かつ約30 m/sの高温高流速ガスによる摩耗の影響を受けない保温材内部の位置として、高温側の内板3から保温部材4の全厚さの半分の温度400℃、かつ流速0 m/sの位置、あるいはそれより外板2側に近い位置に従来から知られている2枚の板状部材で防振材を挟んだ構成などからなる防振ワッシャ8を設置することにより、防振性能が優れた材料を使用できるようにした。

**【選択図】** 図1

特願 2 0 0 3 - 2 8 9 0 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 4 4 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 8 年 5 月 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号

氏 名

バブコック日立株式会社